

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-082910

(43)Date of publication of application : 08.04.1991

(51)Int.Cl.

G01C 19/56

(21)Application number : 01-218680

(71)Applicant : AKAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 28.08.1989

(72)Inventor : TERAJIMA KOKICHI

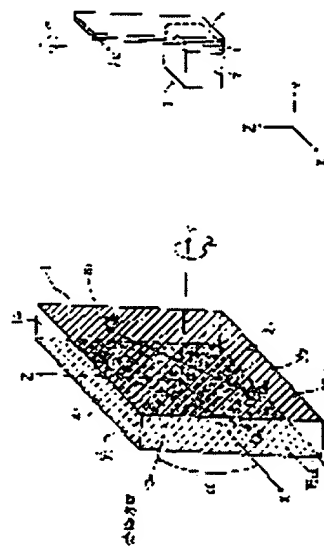
(54) VIBRATION GYROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to detect torsional moment at high sensitivity by arranging a sliding vibrator wherein a piezoelectric material is polarized in the direction perpendicular to the axis Y and electrodes are formed on the surfaces which are perpendicular to the axis Y as a part of a fixing means, and omitting a part of the electrode at least on one surface of said vibrator.

CONSTITUTION: In a sliding vibrator 1, piezoelectric material 14 in the shape of a rectangular parallelepiped which is constituted of planes x1, x2, y1, y2, z1 and z2 is polarized in the direction which forms an angle α with the axis X. Electrodes 15a and 16a are formed on the planes y1 and y2. An arbitrary point on the plane y1 is made to be Q1. A point facing Q1 on the plane y2 is made to be Q2.

Positions which are symmetrical to the points Q1 and Q2 with respect to the axis Y are made to be Q1' and Q2'. Then the electrode part on at least one of the points Q1 and Q2 or at least one of the points Q1' and Q2 is omitted. When said vibrator 1 is attached to one surface of a base stage 2 which is perpendicular to the axis Y, a fixing means 3 is formed. The fixing means 3 is linked to a vibrator 5 by fixing the one end part of the vibrator 5 to the vibrator 1 with a bonding agent and the like.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-82910

⑮ Int. Cl.⁵
G 01 C 19/56識別記号 庁内整理番号
7414-2F

⑯ 公開 平成3年(1991)4月8日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全12頁)

⑰ 発明の名称 振動ジャイロ

⑱ 特 願 平1-218680

⑲ 出 願 平1(1989)8月28日

⑳ 発 明 者 寺 嶋 厚 吉 東京都大田区東糀谷2丁目12番14号 赤井電機株式会社内
 ㉑ 出 願 人 赤井電機株式会社 東京都大田区東糀谷2丁目12番14号
 ㉒ 代 理 人 弁理士 小川 順三 外1名

目次

1. 発明の名称

振動ジャイロ

2. 特許請求の範囲

1. 振動子の一端部を、三次元座標系内で、固定手段の、Y軸と直交する面に固定してなり、その振動子のY軸方向への振動下での、前記固定手段の、Z軸の周りでの回動運動によって、X軸方向に生じるコリオリの力を検知する振動ジャイロにおいて、

圧電材料をY軸と直交する方向に分極させるとともに、その圧電材料の、Y軸と直交するそれぞれの面に電極を形成してなるすべり振動子を、前記固定手段の少なくとも一部として配設し、そのすべり振動子の少なくとも片面の電極を、その一部において欠落させてなる振動ジャイロ。

2. 振動子の一端部を、三次元座標系内で、固定手段の、Y軸と直交する面に固定してなり、その振動子のY軸方向への振動下での、前記固定

手段の、Z軸の周りでの回動運動によって、X軸方向に生じるコリオリの力を検知する振動ジャイロにおいて、

圧電材料をY軸と直交する方向に分極させるとともに、その圧電材料の、Y軸と直交するそれぞれの面に電極を形成してなるすべり振動子を、前記固定手段の少なくとも一部として配設し、そのすべり振動子の少なくとも片面の電極を、複数に分割してなる振動ジャイロ。

3. 振動子の一端部を、三次元座標系内で、固定手段の、Y軸と直交する面に固定してなり、その振動子のY軸方向への振動下での、前記固定手段の、Z軸の周りでの回動運動によって、X軸方向に生じるコリオリの力を検知する振動ジャイロにおいて、

圧電材料をY軸と直交する方向に分極させるとともに、その圧電材料の、Y軸と直交するそれぞれの面に電極を形成してなるすべり振動子を、前記固定手段の少なくとも一部として配設し、そのすべり振動子を、Y軸と直交する面内

(2)

で複数に分割してなる振動ジャイロ。

4. 前記振動子の二枚を、固定手段に音叉状に取付けてなる請求項1～3のいずれかに記載の振動ジャイロ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、コリオリの力を検知することによって角速度を求める振動ジャイロに関するものである。

(従来の技術)

従来のこの種の振動ジャイロとしては、例えば第21図に示すような圧電タイプのものであり、これは、3次元座標系内で、固定手段4の、Y軸と直交するそれぞれの面に、圧電材料よりなるバイモルフ、ユニモルフその他の振動子5の二枚を音叉状に固定し、そして、それらのそれぞれの振動子5の自由端に、これもまた圧電材料からなるそれぞれの検知手段6を、各々の広幅面が振動子5のそれと直交する方向に向く状態で固定することにより構成されている。

3

ことによって、角速度 ω を求めることができる。

なお一般的には、固定手段4に支持棒7を設けて装置全体を支持することによって効率を高める工夫がなされている。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、このような従来技術にあつては、振動子5の先端に検知手段6を連結する構造であることにより、装置が大型化する他、振動子5に交流電流を供給するための配線、検知手段6から信号電圧を取り出すための配線などが複雑になる欠点があり、とくには、検知手段6に対する配線は、線材の引回しに苦勞するところが大きであった。

すなわち、検知手段6が、常に大略数 μm ～100 μm 程度の振幅を有する振動下におかれており、信号電圧の取出しのための線材の質量や弾性率、さらには変形状態その他が、主には振動子5の振動に大きな影響を及ぼして検知感度を変動させる要因となることから、その線材を、振動子5の側面5'に接着させて、振動の小さい固定手段4の付近まで延在させ、そこから所定の接続端子まで、

5

このような振動ジャイロの使用に際しては、はじめに、振動子5に交流電圧を印加して振動子5を図の実線矢印方向(Y軸方向)に対称振動させる。なお、かかる対称振動をもたらす方法としては、両振動子5に交流電圧を印加する方法の他、一方の振動子5だけに交流電圧を印加し、他方の振動子5を振動モニターとして利用して振動状態の制御を行い、これによって振動を安定させる方法があるが、これらのいずれにおいても、後述するコリオリの力を強くすべく、振動子5を共振状態で振動させて、振動振幅を大きくすることとしている。

次いで、振動子5の振動状態下で、振動ジャイロをZ軸の回りに角速度 ω で回転させることによって、検知手段6に、それを図の破線矢印方向(X軸方向)に捻ませるように作用するコリオリの力 F_c を生じさせ、この結果として、その検知手段6に電圧を発生させる。

ここで、この発生電圧は、コリオリの力 F_c の大きさに比例するので、その発生電圧を測定する

4

引き出すこと、所定の接続端子を検知手段6の近傍位置まで延在させて、線材の長さを短くすることにてその線材の影響を低減することなどの手段が講じられている。

しかしながら、このことによれば、振動ジャイロの製造作業効率の著しい低減が不可避であった。

またこの一方において、振動子5の広幅面と、検知手段6の広幅面とが正確に直交していない場合には、検知手段6での検知信号中に、Y軸方向の振動成分が漏れ込むことになるとともに、検知精度それ自体が低下することになる。ところで、図示のように、振動子5の端面と検知手段6の端面とを直接的に連結する構造の下においては、それらを接着剤によって単に固定するだけでは十分な連結精度を望み得べくもない。

そこで、第22図に示すような連結部材8を介して、振動子5と検知手段6とを連結する方法が提案されており、この連結部材8を用いる方法によれば、振動子5および検知手段6のそれぞれの電極の一部を、連結部材8に設けられて、相互に直

6

交する方向に向く面のそれぞれに接着することによって、振動子5と検知手段6とを、比較的容易に、高い直角度をもって連結することが可能となる。ところがこの場合には、連結部材8の、振動子接着面と検知手段接着面とが相互に直交する方向に向いていることから、振動子5と検知手段6との連結部材8への接着を同時に行うためには、接着剤が硬化するまで、振動子5および検知手段6のそれぞれを、連結部材8に、所定の相対関係の下で正確に位置決め保持するために必要となる治具の構造が複雑になるとともに、治具が大型化して作業性が悪くなり、また、このような接着作業を二工程に分けて行うときには、作業工数が著しく増えることになる。

〔背景技術〕

一般に、一端を片持ち固定した圧電体バイモルフ素子に、第23図に示すような力Fを加えてそれを屈ませた場合は、シリーズ型バイモルフ13を例にとると、近似的には、

$$V = (3 g_{31} \cdot l \cdot F) / (2 t \cdot w)$$

ではあるが、それぞれの圧電材料の厚み t, t' 、幅 w, w' 、長さ l, l' を考慮すると、前記二式から明らかなように、出力電圧としては、すべり振動子が常に有利であるとはいえない。

しかるに、第25図に示すように、固定手段4に駆動用振動子5の一端部を連結し、その振動子5に交流電圧を印加してY軸方向へ振動させながら、固定手段4をZ軸の周りに角速度 ω で回転させると、発生したコリオリの力Fcは、固定手段4の、振動子5との連結部9に、破線矢印で示す剪断応力の他に、実線矢印で示すねじりモーメントMを作用させて、固定手段4を振る方向の力を生じさせる。従って、このねじりモーメントMを積極的に利用してコリオリの力Fcを測定することにより、振動ジャイロの製造上の作業性を向上させることができるとともに、その小型化を実現することができ、しかも、高い測定精度をもたらすことができる。

この発明は、かかる点に 目してなされたものであり、従来にない新規な振動ジャイロを提供す

(3)

g_{31} : 電圧出力係数

l : 長さ

t : 厚み

w : 幅

で表される電圧Vを発生する。これに対し、第24図に示すように、白抜矢印で示す方向に分極させるとともに、上下面に図示しない電極を設けた、すべり振動子として作用する圧電材料14に、力Fを加えて剪断変形させた場合は、同様に、

$$V' = (t' \cdot g_{15} \cdot F) / (l' \cdot w')$$

g_{15} : 電圧出力係数

l' : 長さ

t' : 厚み

w' : 幅

で表される電圧V'を発生する。

ここで、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)その他をもって代表される圧電セラミック材料を例にとると、電圧出力係数 g_{31} 、 g_{15} は、比にして $g_{15}/g_{31} \approx 3$ 程度であり、加えられた力に対し、電圧出力係数に関してはすべり振動子の方が有利

るものである。

これをさらに詳述すると、第26図に示すように、基台10とアーム12とを、第27図に示すような、長辺長さがa、短辺長さがbの長方形輪郭を有する中間部材11を介して連結した場合に、アーム12の先端にX軸方向の力Fを加えると、中間部材11には、剪断応力 $r = F/a \cdot b$ とともに、Y軸を回転軸とするねじりモーメント $M = F \cdot L'$ が作用し、このねじりモーメントMによって、中間部材11に、座標軸X、Y、Zの交点Oを中心とするねじり剪断応力 r' が生じる。このねじり剪断応力 r' は、第27図に示す中間部材11の、長辺の midpoint Aにおいて最大となり、その値は、

$$r'_{\max} = F \cdot L' / \alpha \cdot a \cdot b^2$$

α : 長辺と短辺の長さの比 a/b によって定まる定数

となる。

この r'_{\max} は r に対し、 $r'_{\max}/r = L'/a \cdot b$ の相対関係を有することから、ねじり剪断応力 r' を測定することは極めて効果的である。

なお、ここでは、説明を容易ならしめるべく、中間部材11を、 $a > b$ の長方形輪郭形状としたが、第27図において $a < b$ であれば、中点Bに最大ねじり剪断応力が作用することになり、 $a = b$ であれば、両中点A、Bに最大ねじり剪断応力が作用することになる。ところで、ねじり剪断応力 τ で、中間部材11の中心Oと四隅において零となり、辺の中点において高い値となる分布を示す。

以上に述べたように、中間部材11には、剪断応力 τ の他、ねじり剪断応力 τ' が作用する結果、その中間部材11は、第28図に示すように、剪断応力 τ による剪断歪 γ と、ねじり剪断応力 τ' による剪断歪 γ' とを生じることになる。ここで、引張および剪断応力と電気変位との関連についてみるに、圧電材料に応力Tと電界Eが加わった場合に発生する電気変位Dを式にて表現すると、

(4)

$$\begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} & d_{16} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} & d_{25} & d_{26} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & d_{34} & d_{35} & d_{36} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \\ T_5 \\ T_6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_{11} & e_{12} & e_{13} \\ e_{21} & e_{22} & e_{23} \\ e_{31} & e_{32} & e_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{pmatrix}$$

となり、圧電材料としてチタン酸ジルコン酸鉛を例にとると、応力Tだけが加わった場合の電気変位は、

$$\begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & d_{15} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d_{24} & 0 & 0 \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \\ T_5 \\ T_6 \end{pmatrix}$$

で表される。なお、ここにおいては、加わる応力 $T_1 \sim T_6$ は、第29図および第30図で示される方向に作用しているものとし、圧電材料は白抜矢印で示すように、第3軸方向に分極されているものとする。

1 1

以上のことから、第1軸と直交する面に電極を設けた場合には、応力による第1軸方向の電気変位D₁は、

$$D_1 = d_{15} \cdot T_5$$

となり、これは第2軸の周りの剪断応力 T_5 に対して電気変位を発生するすべり振動子となる。

次に、第31図に示すように、X軸と直交する平面 x_1, x_2 と、Y軸と直交する平面 y_1, y_2 と、Z軸と直交する平面 z_1, z_2 とで形成される直六面体の圧電材料14に、その中心を通るY軸の周りのねじりモーメントMにより、Y軸と直交する面内におねじり剪断応力 τ' が作用することで発生する電気変位を考える。

Y軸と直交し、X軸と角度 α をなす方向に分極させた圧電材料14の、平面 y_2 上の点 P_2 に作用するねじり剪断応力 $\tau'p_2$ の方向がX軸に対して角度 β をなすとすると、平面 y_1 上の、点 P_1 と対抗する点 P_1' と、その点 P_2 とを結ぶ領域 P_1, P_2 での、点 P_1 から点 P_2 に向かう電気変位は、

$$Dp = d_{15} \tau' p_2 \cos(\alpha - \beta)$$

1 3

1 2

となる。また、Y軸に対し、点 P_2 とは軸対称の位置にある点 P_2' は、ねじり剪断応力の方向は、X軸に対して $(\beta + \pi)$ の角度をなし、その大きさは点 P_2 に作用する応力 $\tau'p_2$ と等しいので、平面 y_1 上の、点 P_2' と対抗する点 P_2' と、点 P_2' とを結ぶ領域 P_1', P_2' での、点 P_1' から点 P_2' に向かう電気変位は、

$$Dp' = d_{15} \tau' p_2 \cos(\alpha - \beta - \pi)$$

$$= -d_{15} \tau' p_2 \cos(\alpha - \beta)$$

となり、領域 P_1, P_2 と領域 P_1', P_2' とは、大きさが等しく極性が異なる電気変位を発生する。

従って、平面 y_1, y_2 のそれぞれの全面に電極を形成しても、発生した電荷が相互に打ち消し合うことにより、電極間にはねじりモーメントMの作用に基づく電圧が発生されることがなく、たとえ、第26図に示した中間部材11を、このような構成のすべり振動子としても、ねじり剪断応力 τ' は検出されず、剪断応力 τ だけが電圧として検出されるので、検出応力が小さく、高い検出感度を得ることができない。

1 4

そこで、この発明は、特定の電気信号を優先的に取り出す構成とすることによって、ねじりモーメントMの、高い感度での検出を可能ならしめるとともに、小型で、生産性に優れた高精度の振動ジャイロを提供する。

〔課題を解決するための手段〕

この発明の振動ジャイロは、とくに、圧電材料を、三次元座標系のY軸と直交する方向に分極させるとともに、その圧電材料の、Y軸と直交するそれぞれの面に電極を形成してなるすべり振動子を、振動子の一端部を固定する固定手段の少なくとも一部として配設し、そのすべり振動子の少なくとも片面の電極を、その一部にて欠落させたものである。

なおここで、少なくとも片面の電極の一部を欠落させる代わりに、少なくとも片面の電極を複数に分割すること、または、すべり振動子それ自体を、Y軸と直交する面内で複数に分割することも可能である。

また好ましくは、一の固定手段に、二枚の振動

(5) 子を音叉状に取付ける。

〔作 用〕

この振動ジャイロでは、コリオリの力を、すべり振動子に作用する単純剪断応力と、そのコリオリの力によって発生するねじりモーメントに基づくすべり振動子のねじり剪断応力との双方をもって検知することにより、従来技術におけるように、検知手段6の撓み力を検知する場合に比し、検知感度を大きく向上させることができ、このことは、少なくとも片面の電極の一部を欠落させた場合、少なくとも片面の電極もしくはすべり振動子それ自体を複数に分割した場合のいずれにおいても同様である。

また、駆動用の二枚の振動子を固定手段に音叉状に取付けた振動ジャイロでは、検知感度を倍増させることができるとともに、外部の振動ノイズに対するS/N比を向上させることができる。

一方において、この振動ジャイロでは、すべり振動子を、駆動用振動子の固定手段の少なくとも一部として配設することにより、従来技術で述べ

15

た検知手段6を不要ならしめて、装置を十分に小型化することができる他、電極を固定手段の近傍に集中させることにより、線材の引き回しに伴う不都合を有効に取り除くことができる。

しかも、ここでは、振動ジャイロの組み立てに際し、駆動用振動子の一端部を、固定手段に面接着することができるので、それら両者の位置決めおよび精度保持が極めて容易であり、それ故に、性能のばらつきが小さく、安定した性能の振動ジャイロを、安価にしかも大量に供給することが可能となる。

〔実施例〕

以下にこの発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第1図は、この発明の要部であるすべり振動子を例示する斜視図である。

これは、平面 $x_1, x_2, y_1, y_2, z_1, z_2$ で構成される直六面体の圧電材料14をX軸と角度 α をなす方向へ分極させるとともに、平面 y_1, y_2 のそれぞれに、図に斜線で示すように形成した電極15a、

16

16aを、平面 y_1 上の任意の点を Q_1 、平面 y_2 上の、それと対抗する点を Q_2 とし、そして、これらのそれぞれの点 Q_1, Q_2 に対し、Y軸対称の位置をそれぞれ Q_1', Q_2' としたときに、点 Q_1, Q_2 の少なくとも一方、または点 Q_1', Q_2' の少なくとも一方、図に示すところでは点 Q_2 の電極部分を欠落させたすべり振動子1を示す。

このようなすべり振動子1は、たとえば第4図に示すように、それを基台2の、Y軸と直交する一方の面に取付けることによって固定手段3を構成する。かかる固定手段3への振動子5の連結は、一枚の振動子5の一端部、図では下端部を、接着剤その他によって、すべり振動子1に固定することによって行うことができる。

ここで、振動子5に交流電圧を印加して、それをY軸方向に強制振動させるとともに、固定手段3をZ軸の周りに角速度 ω で回転させてコリオリの力 F_c を発生させると、圧電材料14には、ねじりモーメントMにより、Y軸と直交する面内のねじり剪断応力が作用し、電極15a、16a間には、点

17

18

Q_1, Q_2 間に発生した電気変位によって打ち消されることのない、点 Q_1', Q_2' 間の電気変位が発生し、それが両電極間の電圧として検出される。

ただし、分極方向とねじり剪断応力の作用方向とが直交する個所、すなわち、電気変位を生じない個所にて電極を欠落させた場合、大きさが等しく極性が逆の電気変位を生じる2個所のそれぞれで電極を欠落させた場合には、電気変位は検出されない。

なお、上述したような電極構成において、ねじりモーメント M に対する検出感度が極大を示す実用性の高い構成は、分極角度 α が、 $0, \pi/2, \pi$ または $3/2\pi$ で、平面 y_1, y_2 の少なくとも一方の面における電極が、それらの面の半分にのみ形成されており、しかも、半分の電極の欠落辺縁が分極方向と平行になるよう構成したものであり、第2図および第3図にその例を示す。これらはいずれも、分極角度 $\alpha = 0$ としたものであり、第2図に示す構成は、平面 y_2 上の電極16bを、その平面 y_2 の半分の面積とするとともに、電極16bの欠落

(6)

辺縁17bを分極方向と平行にしたものである。また、第3図に示す構成は、両平面 y_1, y_2 上の各電極15c, 16cをとともに、それらの平面 y_1, y_2 の半分の面積とし、併せてそれぞれの欠落辺縁17c, 17dを分極方向と平行にしたものである。

第5, 6, 7図は、それぞれ、すべり振動子の他の適用例、言い換えればこの発明の他の実施例を示す斜視図である。

第5図は、基台2の、 Y 軸と直交する二面にすべり振動子1を取付けて固定手段3を構成するとともに、二枚の振動子5を、その下端部で、固定手段3のすべり振動子1に音叉状に取付けたものであり、第6図に示す例は、一枚のすべり振動子1を基台間に挟み込むことによって固定手段3を構成し、各基台2の、 Y 軸と直交するそれぞれの面に、二枚の振動子5の各下端部を音叉状に固定したものである。そして、第7図に示す例は、すべり振動子1だけで固定手段3を構成したものである。

ここで、たとえば第5図に示す振動ジャイロに

19

あっては、第8図に例示するような検出回路を構成することにより、二個の圧電材料14の出力電圧を差動的に取出すことができ、外部の振動ノイズに対する S/N 比を向上させることができるとともに、コリオリの力 F_c の検出感度を倍増させることができる。

また、第9図に示すように、固定手段3に取付けた支持棒7によって全体を支持した場合には、振動子5の強制振動を安定させて、共振下での効率のよい作動を担保することができる。

なお、第3図に示すようなすべり振動子1を用いる場合には、電極を形成しない部分は、そこで発生した電気変位を信号として利用し得ないことから必ずしも必要ではないので、第10図に示すように、電極15c, 16cに挟まれない部分を、他の間隔部材18にて構成することもでき、その間隔部材18を基台2に一体成形することもできる。

第11図は、他のすべり振動子を例示する図であり、第3図に示すすべり振動子において、電極15c, 16cを形成していない部分に発生する電気変位

20

を有効に利用すべく、分極方向を X 軸方向 ($\alpha = 0$) とするとともに、平面 y_1 上の電極および平面 y_2 上の電極のそれぞれを、 X 軸と平行な抜きパターン19a, 19bのそれぞれによって分割して、電極15dと16dおよび電極15eと16eとを相互に対向させたものである。

このすべり振動子1では、そこにねじりモーメント M が作用すると、電極15d, 16d間と電極15e, 16e間とは極性の異なる電気変位が発生するので、たとえば第12図に示すような検出回路を構成することにより、ねじりモーメント M による発生電荷量を増加させることができるとともに、振動ノイズに対する S/N 比を向上させることができる。従って、このすべり振動子によって第4~7図に示すような振動ジャイロを構成することにより、優れた性能を発揮させることができる。

なおここで、分極の方向、抜きパターンの位置および向きは、図示例のみに限定されることなく、種々に変更し得ることはもちろん、平面 y_1 もしくは平面 y_2 のいずれかの面上の電極を分割しないま

21

22

まとすることも可能である。

第13図は、さらに他のすべり振動子を例示する斜視図であり、これは、分極方向をX軸方向とし、座標原点位置で、Z軸と直交する面にて二分割された二個の圧電材料14の、それぞれの平面 y_1 、平面 y_2 に、電極15f、15gおよび16f、16gを形成したものである。

このすべり振動子1は、たとえば、第14図、第15図に示すような回路構成の下で、逆極性の電気変位を有効に取り出すことにより、ねじりモーメントMによる発生電荷量を増加し、振動ノイズに対するS/N比を良好ならしめることができる。

ところで、このすべり振動子1の分極方向、分割の位置および角度などは、所要に応じて適宜に変更することができる。なお、分割は、両平面 y_1 、 y_2 を横切る面をもって、Y軸と直交する面内で行うことが必要である。

第16図は、その一例を示す図であり、分極角度 $\alpha = 0$ の二個の圧電材料14と、分極角度 $\alpha = \pi/2$ の二個の圧電材料14との計四個に分割したもので

(7) ある。

第17~20図は、それぞれ、上述したような分割すべり振動子、ここでは第13図に示した振動子の適用例を示す図であり、これらのいずれの振動子ジャイロによっても、優れた性能をもたらすことができる。

なお、以上に述べたところでは、説明を簡単にするために、圧電材料14の基本形状を直六面体形状としたが、その他の形状であってもこの発明の所期した作用効果を達成し得ることはもちろんである。また、圧電材料として、チタン酸鉛、チタン酸バリウムなどを用いても同様の作用効果をもたらすことができる。

(発明の効果)

かくしてこの発明によれば、検知感度を大きく向上させることができる他、振動ジャイロの十分なる小型化およびその生産性の向上を実現することができ、さらには、品質の安定化と精度の向上とをもたらすことができる。

2 3

4. 図面の簡単な説明

第1~3図はそれぞれ、この発明に係るすべり振動子を例示する斜視図、

第4~7図および第9、10図はそれぞれ、この発明の振動ジャイロを例示する斜視図、

第8図は、検出回路を例示する図、

第11図は、他のすべり振動子を例示する斜視図、

第12図は、コリオリの力の他の検出回路を例示する斜視図、

第13図は、さらに他のすべり振動子を例示する斜視図、

第14、15図はそれぞれ、さらに他の検出回路を例示する斜視図、

第16図は、圧電材料の分割例を示す斜視図、

第17~20図はそれぞれ、分割タイプのすべり振動子を用いた振動ジャイロを例示する斜視図、

第21図は、従来技術を例示する斜視図、

第22図は、従来の連結部材を例示する斜視図、

第23~31図はそれぞれ、この発明の作用を説明するための図である。

2 5

2 4

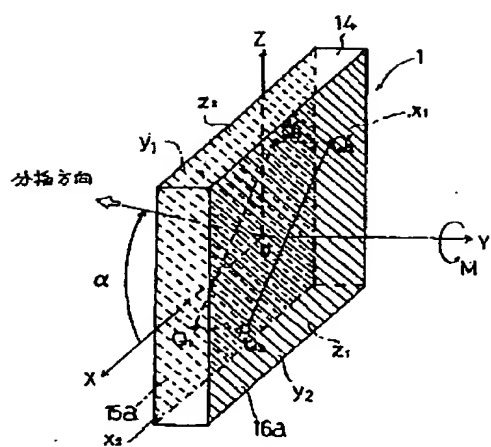
1…すべり振動子、 2…基台、
3…固定手段、
5…振動子、 14…圧電材料、
15a~15g、16a~16g…電極、
17b~17d…欠陥辺縁。

特許出願人 赤井電機株式会社
代理人 弁理士 小川 順 三
同 弁理士 中 村 盛 夫

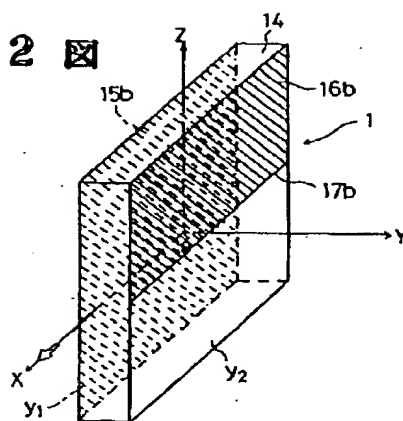
2 6

(8)

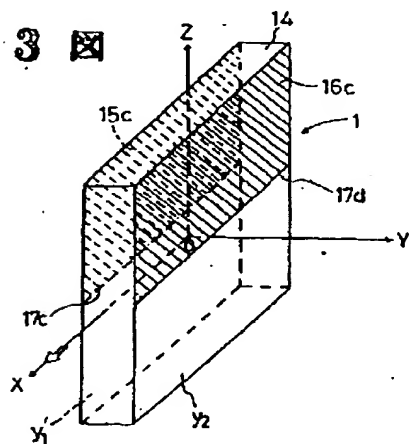
第 1 図



第 2 図

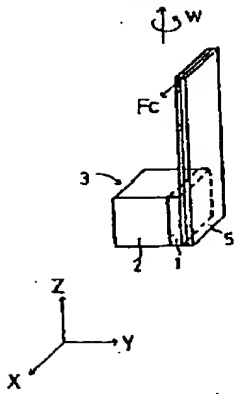


第 3 図

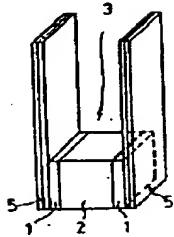


(9)

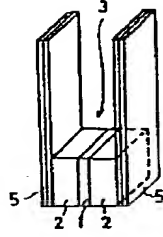
第 4 図



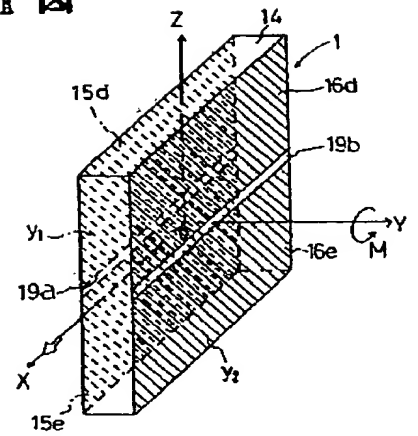
第 5 図



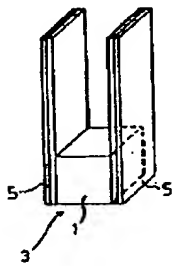
第 6 図



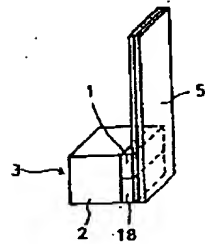
第 11 図



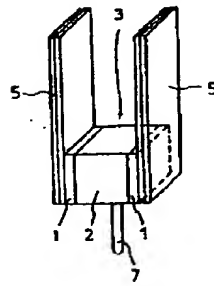
第 7 図



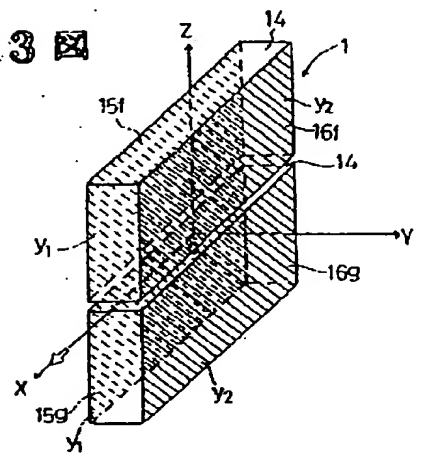
第 10 図



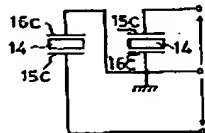
第 9 図



第 13 図

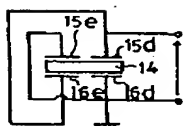


第 8 図

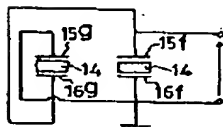


(10)

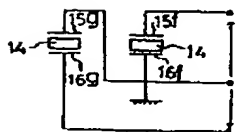
第12図



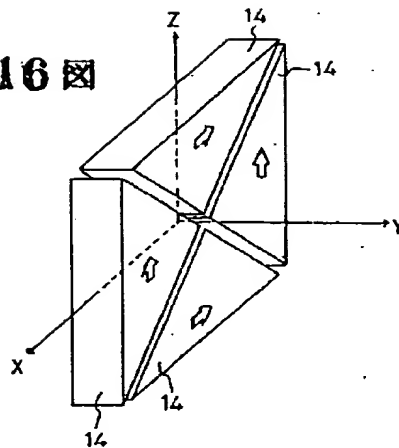
第14図



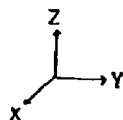
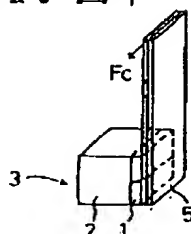
第15図



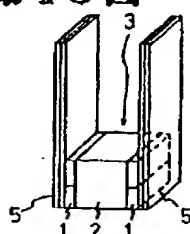
第16図



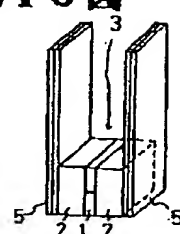
第17図 ψ^w



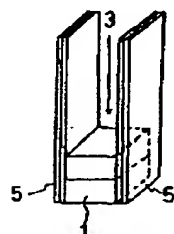
第18図



第19図

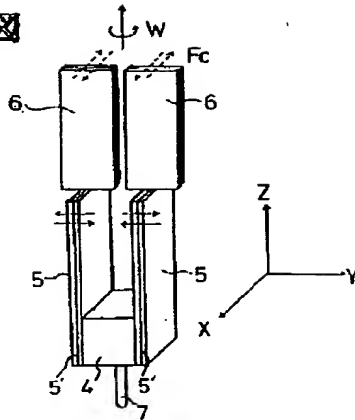


第20図

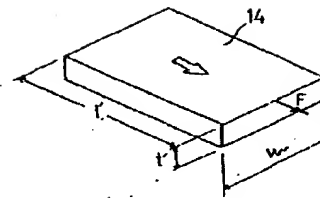


(11)

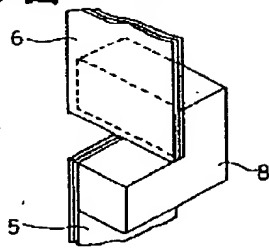
第21図



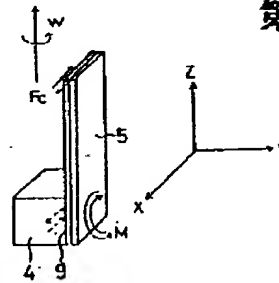
第24図



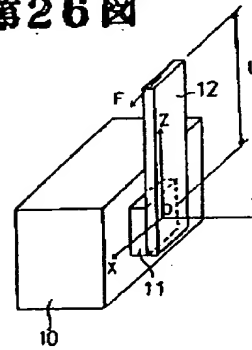
第22図



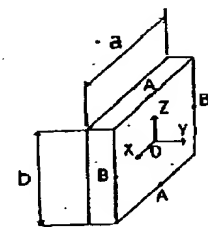
第25図



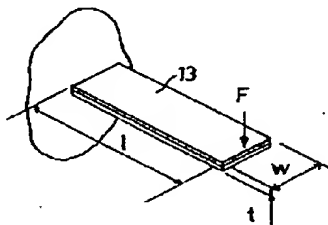
第26図



第27図

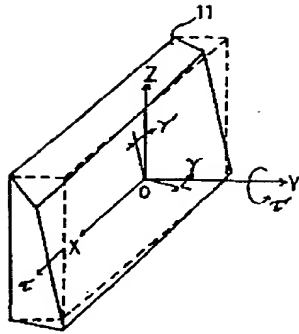


第23図

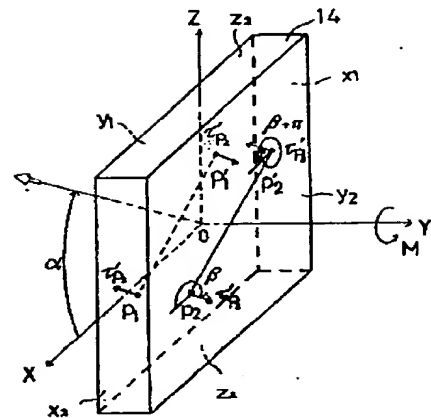


(12)

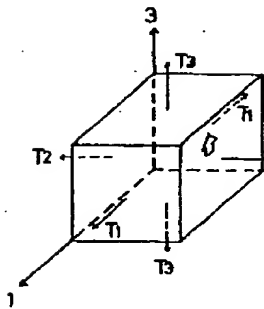
第28図



第31図

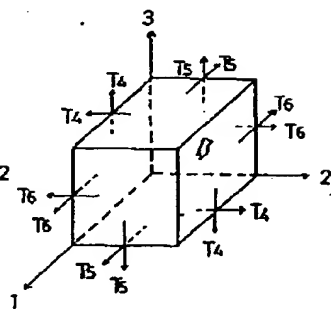


第29図



引張応力

第30図



せん断応力